

# デジタル携帯電話機のユーザビリティ評価

Usability Evaluation of Personal Digital Cellular Phone

池本 浩幸  
IKEMOTO Hiroyuki

富岡 慶  
TOMIOKA Kei

デジタル携帯電話機は小型・軽量であるだけでなく、操作がわかりやすく簡単に使えることが望まれている。このような背景から、デジタル携帯電話機の使い勝手を徹底的に評価し、そのユーザーインタフェースを、操作方法や画面デザインなどのソフトウェア的な側面とキーレイアウトや外観デザインなどのハードウェア的な側面の両面から改善した。このユーザビリティ評価では、三つの評価手法を用いてユーザビリティ評価を実施したが、状態遷移図を用いたユーザビリティ評価は、問題の説明と原因の特定を容易にし、評価の効率を高める上で有効であった。

It is not only desirable that the personal digital cellular (PDC) phone be small and lightweight, but also that the phone's functions be easy to learn to use and that the phone be simple to operate.

The usability of the PDC phone was fully evaluated, and its user interface was improved. Consequently, the operation sequences, screen design, key layout, and other features were improved. Three evaluation techniques were used in this usability evaluation. Usability evaluation using a state transition diagram was effective in improving the efficiency of the usability evaluation itself, as it enabled usability problems to be easily identified.

## 1 まえがき

当社では、ヒューマンテクノロジーを採用した商品開発を行っている。ヒューマンテクノロジーとは、真のユーザーニーズを設計要件にする一技術であり、科学的・客観的な方法を用いて製品仕様を決めることに特徴がある<sup>1)</sup>。デジタル携帯電話機の98年度モデル(フェーズ5)の開発にあたり、“人に優しい”を商品コンセプトとして、科学的・客観的な方法でユーザーインタフェースの徹底改善を行った。

ここでは、ヒューマンテクノロジーの開発プロセスの一つであるユーザビリティ評価に焦点を当て、デジタル携帯電話機の商品開発を事例として、当社の取組みを紹介する。まず、デジタル携帯電話機のユーザーインタフェース開発の経緯を述べ、続いて、ユーザビリティ評価の方法と評価結果に基づくユーザーインタフェースの改善結果を述べる。この中で、状態遷移図を用いて操作性を評価する手法は、商品開発に初めて適用したものであり、評価の具体的な方法および手法の有効性を詳しく報告する。

## 2 デジタル携帯電話機のユーザーインタフェース開発経緯

デジタル携帯電話機の98年度モデルを開発するにあたり、製品担当部門と共同で、携帯電話機ユーザーのニーズ調査を実施した。この調査では、首都圏在住の携帯電話機

ユーザー約90名を年齢や性別が市場構成比とほぼ同等になるように無作為に抽出し、使用実態やユーザーインタフェースに対する要望などを個別面接とアンケートによって調査した。携帯電話機全般に対する印象の調査では、携帯電話機が多機能化したため、メーカーや機種にかかわらず使いこなすのが難しく、簡単な操作で使える電話機を望むとの回答が多数を占めた。

この調査結果に基づき、当社のデジタル携帯電話機を“人に優しい”ものとするための商品コンセプトを立案し、その一環として、ユーザーインタフェースを徹底的に改良すべく、ユーザビリティ評価を実施した。

## 3 デジタル携帯電話機のユーザビリティ評価

デジタル携帯電話機の操作性の問題をもれなく抽出し、問題の本質を分析する目的で、当社の97年度モデル(フェーズ4)を対象として、インスペクション法による評価、状態遷移図を用いた評価、人間工学に基づく評価を併せて実施した。各評価手法による評価の概要と評価結果を以下に述べる。

### 3.1 インスペクション法による評価

インスペクション法とは、ユーザビリティの専門家、ユーザー、設計者などがその専門知識や経験に基づき、ユーザーインタフェースの操作性を検査・試験する評価手法である<sup>2)</sup>。ユーザビリティ評価の専門家4人(うち2名は携帯電

話機ユーザー)が、97年度モデルを実際に使用して、操作性の問題を洗い出した。合計で約30件の問題を発見したが、それらをまとめると次の3点に集約できる。

- (1) 操作が複雑でわかりにくく覚えられない。
- (2) 表示される内容やキーの入力操作がユーザーの期待と違う。
- (3) 画面やキーが小さく操作が難しい。

### 3.2 状態遷移図を用いた評価

状態遷移図を用いたユーザビリティ評価は、ユーザーインタフェースの対話の仕様を拡張状態遷移図である statecharts<sup>(3),(4)</sup>で記述し、その記述から操作の完全性、一貫性、柔軟性、到達性と操作に対する理解のしやすさを検査・分析する手法である<sup>(5)</sup>。statechartsは、状態と事象の汎(はん)化階層(抽象的な上位の状態とそれを具象化した下位のサブ状態との階層的な関係)と状態の並行動作および状態の重ね合わせが記述できるよう状態遷移図を拡張したものであり、複雑な対話の仕様記述に適している。対話の仕様を statechartsで記述する際の文法を図1に示す。

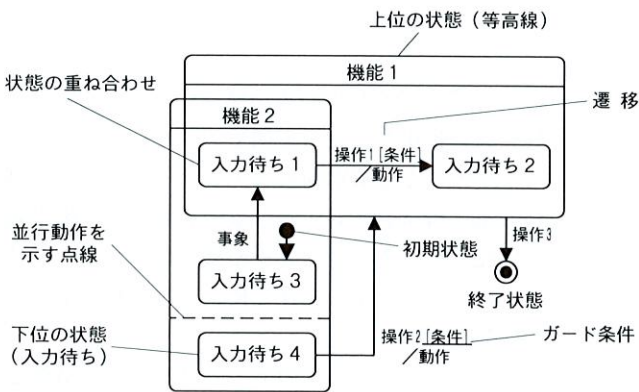


図1. statechartsで対話の仕様を記述する文法 対話における入力待ちを状態(四角), 入力操作を遷移(有向アーク)で記述する。  
Syntax for describing dialog specifications using statecharts

statechartsによる対話仕様の記述では、状態がユーザーからの入力待ちを、遷移が入力操作などの事象による状態の変化をそれぞれ表す。状態は角を丸めた四角形(ノード)で表記し、入力待ちの間にユーザーに提示する情報を付記する。遷移は状態間を結ぶ有向アークで表記し、入力操作などの事象と入力操作の直後に一時的になされるフィードバック情報などを付記する。対話の仕様を statechartsで記述することにより、表示や操作の共通性や操作の流れを全体的に捉えることができるため、以下の観点から操作性の問題を分析できる。

- (1) 操作の完全性 完全性とは、対話の仕様がユーザーの要求を満たしていることを指す。完全性は、ユー

ザーの特徴や製品の適用範囲の下で、与えられた機能や操作手順でユーザーがタスクを問題なく実行できることを保証する。

- (2) 操作の一貫性 一貫性とは、操作全体またはある特定のタスクや機能に関して、操作の方法や手順に規則性があり、その規則が最小であることを指す。各タスクや機能ごとに、表示内容、操作手順、操作方法など、さまざまな視点から一貫性を調べることができる。一貫性はユーザの記憶負担を軽減するので、操作をわかりやすくする上でも重要である。
- (3) 操作の柔軟性 柔軟性とは、ある状態から意図する別の状態に移る際に、複数の操作方法を選択できることを指す。柔軟性は操作に自由度を与えるので、さまざまなユーザーの思考に合った操作を実現できる。
- (4) 操作の到達性 到達性とは、ある状態から直接またはいくつかの状態を経て意図する特定の状態に遷移できることを指す。
- (5) 理解しやすさ 理解しやすさとは、製品を初めて操作するユーザーや頻繁には利用しないユーザーが、操作を覚えやすく思い出しやすいことを指す。理解しやすくするには、操作方法に一貫性があり、操作に柔軟性があることで自由に操作の項目を移動できるような対話の構造にすることが有効である。

デジタル携帯電話機の97年度モデルの対話仕様を statechartsで記述し(図2)評価した。評価にあたり、インスペクション法で明らかになった問題のうち、操作が複雑でわかりにくいこと、操作方法や表示が期待に反すること、の2点について、操作の一貫性など前述の評価の観点から問題を徹底的に分析した。その結果、合計で約40件の問題を抽出することができ、以下に示す三つの問題に集約できた。

- (1) 操作に一貫性がなく対話の構造がわかりにくい 表

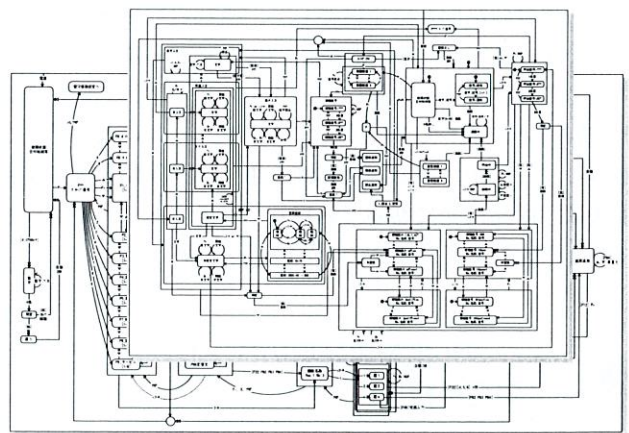


図2. デジタル携帯電話機の対話仕様の記述例 当社のデジタル携帯電話機の対話仕様を statechartsで記述したものの。  
Examples of dialog specification for PDC phone

示画面や操作方法に一貫性がない箇所がある。各機能の表示画面と操作方法は類似しているが若干の違いがあり、その違いに気づかないと誤操作をしてしまう。特に手順を戻す操作は、可能な場面とそうでない場面とが混在し一貫していない。また、メールの送受信の機能で、操作手順が固定されており、ユーザーの思考の流れと必ずしも一致していない。これらの問題は、ユーザーが対話の構造を把握し、操作を理解することを困難にしている。

- (2) 画面の切換えや直接入力が多く記憶負担が大きい  
画面が小さいため手順を進めるたびに表示内容が切り換わること、現在の表示画面に対しどのような操作が可能であるかが表示されていないことなど、ユーザーが操作の途中で、または、操作に先だてて記憶しておくべきことが多い。
- (3) 入力キーと画面表示の空間的適合性が悪い  
当社のデジタル携帯電話機は、四つの機能キーを上下左右の方向をもつ一つのキーとしたマルチファンクションキー(以下、MFキーと略記)を採用している。押下するMFキーの方向とその結果として変化する表示内容の方向との対応関係が希薄で、方向に対するユーザーの期待と表示結果が必ずしも一致しない。

### 3.3 人間工学に基づく評価

インスペクション法による評価で、キー操作が難しいことが問題となったため、キーの物理的な仕様を改善する目的で、97年度モデルを対象に人間工学に基づく評価を行った。

まず、MFキーの上下左右キーの操作しやすさの順位を評定する実験を行った。MFキーが本体左側に配置されている97年モデルとMFキーを本体中央に配置したプロトタイプの種類を用意し、約70名のモニターに対しアンケート調査を行った。その結果、図3に示すように、左右どちらの手で保持した場合でも、下方向、上方向の順にもっとも操作しやすく、続いて、右手保持の場合は、左方向、右方向の順に、左手保持の場合は右方向、左方向の順で、それぞれ



図3. MFキー操作のしやすさの順位 左右どちらの手で持った場合も、左右方向より上下方向が押しやすかった。  
Settings on multifunction keys for ease of operation

れ操作しやすかった(Kruskal-Wallisの検定では1%で有意)。すなわち、本体中央または左側に配置したMFキーの操作は、左右方向の操作より上下方向の操作のほうが容易であることがわかった。

また、同じモニターに対して、MFキーの操作に続いて、決定などの入力操作として使用するキーの好適な位置を面接により調査したところ、左右どちらの手で電話機を保持した場合でも、MFキーに対して、右下方向を中心とした左下から右までの範囲を好適とする回答が多数を占めた。すなわち、MFキーを操作した直後に利用するキーはMFキーに対し、右下を中心とした領域に配置すべきであることがわかった。これらの実験結果は、親指の内転・外転や屈曲・伸展などの運動特性<sup>6)</sup>とも合致している。

さらに、人間工学の専門家がキーの物理的な仕様に対する要件を検討し、MFキーをはじめとする各種キーのサイズやレイアウトの推奨値を設計指針としてハードウェアの設計者に提示した。

## 4 デジタル携帯電話機のユーザーインタフェース開発結果

ユーザビリティ評価の結果から、97年度モデルの操作性の問題とそれを改善する対策が明らかになった(図4)。

この結果と先に実施したニーズ調査の結果に基づき、製品担当部門、工場およびデザイン部門が一体となってデジタル携帯電話機のユーザーインタフェースを開発し、当社のデジタル携帯電話機の98年度モデルに反映した。

まず、ユーザーインタフェースを構築する母体となるハードウェアの改善では、表示画面のサイズと解像度を97年度モデルより拡大して文字の視認性を高め、文字入力とメール送受信の操作を簡単にするためのショートカットキーを新設した。そして、キーのサイズやレイアウトは、人間工学による評価結果を反映したものとした。ソフトウェアと画面デザインの改善のうち、主要なものを以下に述べる。

- (1) 一貫性のある表示と操作 ほとんどの操作をMFキーの操作で実行できるようにし、「右キーで対話を進め、上下キーで項目を選択し、右キーで確定、または、左キーで手順を戻す」という基本的な操作をすべての機能で一貫して採用した。また、画面のレイアウトを標準化し表示内容に一貫性を与えた。特にユーザーによって手順に対する期待が異なるメールの送受信などの機能では、宛先や本文の入力を自由な手順でできるような柔軟な構造とした。
- (2) 記憶負担を軽減する表示画面 機能の呼出しや値の設定などで、コマンドや設定番号を思い出して入力するのではなく、項目を選択して対話を進める方式とした。また、意味があいまいにならない範囲でアイコン

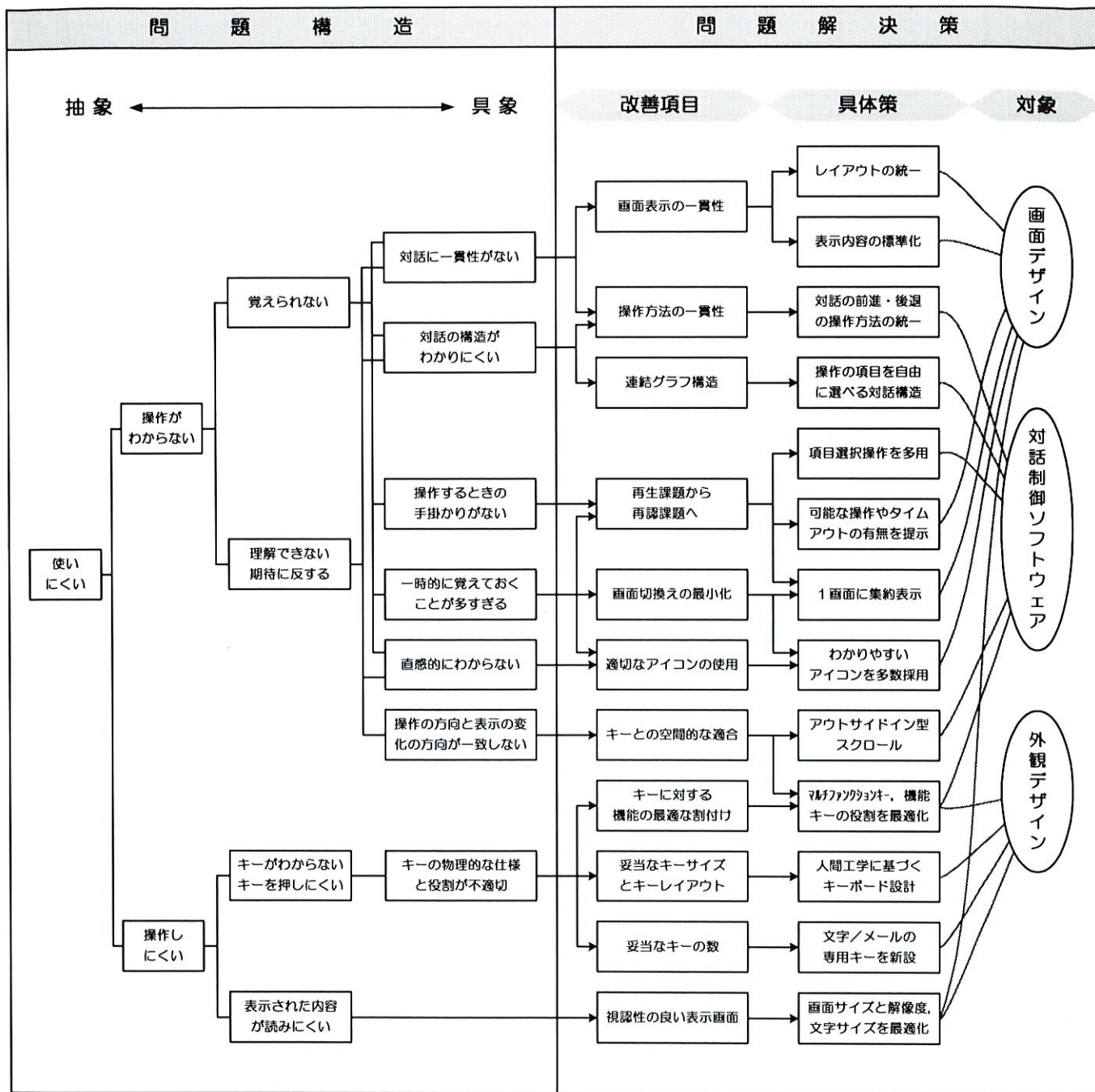


図4. デジタル携帯電話機のユーザビリティ評価結果とユーザーインターフェース改善策 使いにくい問題の構造と、それを解決するための改善策の構造を図示した。

Usability evaluation results and user interface improvement measures

ンを多数採用して一画面でより多くの情報を伝達できるように改善した。さらに、次に可能な操作やタイムアウトの有無などの操作の手がかりを画面上に図記号で表示し、画面の指示どおりに操作を進めることで機能を利用できるようにした。

- (3) 入力キーと画面表示の空間的な適合 機能の階層構造は左上を頂点として右下に展開する木構造とし、MFキーの右キーや下キーによって機能の詳細を選択で

きるようにした。一方、メモリダイアルは上下左右の環状構造とし、左右キーによって環状のインデックスを選択して、上下キーによって各インデックスに属する環状の登録データを選択する仕組みとした。一画面に情報が表示しきれない場合は、画面をスクロールさせるが、押下したMFキーの方向とカーソルの動く方向が一致するアウトサイドイン型のスクロール方式とした。

このほか、ユーザーニーズ調査で明らかになった問題に対処し、ユーザーの使用状況を考慮した機能の改善や新機能の追加、かな漢字変換の方法や辞書の改良など、ユーザーニーズに合致したユーザーインターフェースの改善を行い、使いやすさだけでなく楽しさを盛り込んだ仕様とした。

## 5 あとがき

ヒューマンテクノロジーにおけるユーザビリティ評価の事例としてデジタル携帯電話機のユーザビリティ評価とユーザーインターフェースの改善に対する取組みを述べた。状態遷移図を用いたユーザビリティ評価は、インスペクション法で発見した問題の説明と原因の特定を容易にし、効率的で漏れのない評価に役立った。また、人間工学に基づく評価を併用したことにより、対話制御の仕様や画面デザインなどのソフトウェア的な仕様と外観や機構などのハードウェア的な仕様をユーザビリティ向上という観点から融合させることができた。引き続き、ヒューマンテクノロジーを採用した商品開発を行い、ユーザーニーズに合致した魅力ある商品を提供できるよう努力していく。

## 文献

- (1) 山岡俊樹. ヒューマンテクノロジーの商品開発プロセスでの活用. 東芝レビュー. 53, 7, 1998, p.43-46.
- (2) Nielsen, J. et al. Usability Inspection Methods. John Wiley & Sons, New York, NY, 1994, p.1-12.
- (3) Harel, D. "Statecharts: a visual formalism for complex systems". Science of Computer Programming 8, 1987, p.231-274.
- (4) Harel, D. et al. "On statecharts with overlapping". ACM Trans. on Software Engineering and Methodology, Vol.1, No.4, 1992, p.399-421.
- (5) 池本浩幸. 状態遷移図を用いたユーザビリティ評価. 第14回ヒューマン・インターフェース・シンポジウム論文集. 1998, p.7-12.
- (6) Backhouse, K. M., et al. 佐藤達夫監訳. 体表解剖カラーアトラス. 南江堂, 1989, p.154-169.



池本 浩幸 IKEMOTO Hiroyuki

デザインセンター ユーザインターフェース担当主務。  
各種製品のユーザーインターフェース開発に従事。情報処理学会、電子情報通信学会、日本認知科学会会員。  
Design Center



富岡 慶 TOMIOKA Kei

デザインセンター ユーザインターフェース担当。  
各種製品のユーザーインターフェース開発に従事。日本人間工学会、日本生理人類学会会員。  
Design Center